
Redes de Computadores: do que se trata e quais disciplinas relacionadas?

Daniel Macêdo Batista

IME - USP, 28 de Março de 2019

▷ Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

Contexto

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

- ☐ Trilha Sistemas de Software
- ☐ Módulo **Sistemas Paralelos e Distribuídos (3 disciplinas)**
 - MAC0219 - Programação Concorrente e Paralela
 - MAC0344 - Arquitetura de Computadores
 - MAC0352 - Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos
 - MAC0463 - Computação Móvel
 - MAC0469 - Construção de Software como Serviço em Computação em Nuvem
 - MAC0471 - Desenvolvimento para Web

Contexto

▷ Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

Dos sinais de fumaça à Internet

Redes de telecomunicações

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

- ☐ Telecomunicações → Comunicações à distância. Virou sinônimo de transmissão de “dados” por sistemas eletromagnéticos (fios, ar, meios ópticos, ...)
- ☐ Antes dos meios eletromagnéticos, como era possível se comunicar? (Fumaça, cartas, pombo-correio – RFC 2549)
 - IP over Avian Carriers with Quality of Service
- ☐ Principal objetivo no início das telecomunicações era ter pessoas se comunicando
- ☐ Com o avanço dos computadores, as redes poderiam ser usadas para unir o poder de vários computadores

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ O foco das redes de computadores sem dúvida é a Internet, embora muitos dos conceitos válidos na Internet também sejam válidos em uma rede menor (LAN – *Local Area Network*)
- ☐ Estudar Redes de Computadores envolve **estudar os mecanismos que permitem a comunicação para troca de dados entre computadores (coisas) na Internet, com o objetivo de entender os mecanismos existentes, criar novas aplicações que tirem proveito desses mecanismos ou melhorar os mecanismos para essas novas aplicações**

Protocolos (1)

Contexto
Dos sinais de fumaça à Internet
Camada de aplicação
Camada de transporte
Camada de rede
Camada de enlace
Tópicos multicamadas
Perspectivas para o futuro
Perguntas?

- ☐ Estudar os mecanismos consiste em entender os protocolos e os algoritmos existentes nos computadores e dispositivos de interconexão (seguir padrões nas RFCs é essencial)
- ☐ O que acontece quando um usuário em um computador acessa uma página web?



Protocolos (2)

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

The image shows a Wireshark network traffic capture. The top pane displays a list of captured packets. Packet 363 is an HTTP GET request from 192.168.43.3 to 143.107.45.22. Packet 506 is the corresponding HTTP 200 OK response from 143.107.45.22 to 192.168.43.3.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
363	2016-03-16 19:48:06.172247	192.168.43.3	143.107.45.22	HTTP	GET / HTTP/1.1
506	2016-03-16 19:48:08.743652	143.107.45.22	192.168.43.3	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (text/html)

The bottom pane shows the details of the selected packet (Frame 363). It lists the protocols involved: Ethernet II, Internet Protocol Version 4, Transmission Control Protocol, and Hypertext Transfer Protocol. The Hypertext Transfer Protocol section shows the request details, including the Host (www.ime.usp.br) and User-Agent (curl/7.43.0).

```
0000  90 84 0d e8 1e 33 44 2a 60 f6 a5 d8 08 00 45 00  .....3D* `.....E.
0010  00 82 38 a8 40 00 40 06 59 a1 c0 a8 2b 03 8f 6b  ..8.@.@. Y...+.k
0020  2d 16 ce 8a 00 50 23 2a 2a 3d 6a 87 cf b1 80 18  -. ....P#* *=j....
0030  10 15 8b 2a 00 00 01 01 08 0a 61 0b f9 a5 10 0c  ...*.... a.....
0040  58 66 47 45 54 20 2f 20 48 54 54 50 2f 31 2e 31  XfGET / HTTP/1.1
0050  0d 0a 48 6f 73 74 3a 20 77 77 77 2e 69 6d 65 2e  ..Host: www.ime.
0060  75 73 70 2e 62 72 0d 0a 55 73 65 72 2d 41 67 65  usp.br.. User-Age
0070  6e 74 3a 20 63 75 72 6c 2f 37 2e 34 33 2e 30 0d  nt: curl /7.43.0.
0080  0a 41 63 63 65 70 74 3a 20 2a 2f 2a 0d 0a 0d 0a  .Accept: /**....
```


Arquitetura Internet

Contexto
Dos sinais de fumaça à Internet
Camada de aplicação
Camada de transporte
Camada de rede
Camada de enlace
Tópicos multicamadas
Perspectivas para o futuro
Perguntas?



Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

▶ Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

Camada de aplicação

Objetivo

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ Permitir a comunicação entre processos via rede sem se preocupar com os detalhes das camadas de baixo (**Troca de mensagens**)
- ☐ Nesta camada estão as aplicações finais, o que os usuários acessam (páginas no navegador, e-mail, resolução de nomes, aplicações P2P)
- ☐ Cada aplicação possui protocolos bem definidos
- ☐ Protocolos bem definidos (computadores diferentes, sistemas operacionais diferentes, idiomas diferentes)

Exemplos de protocolos da camada de aplicação

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

- ☐ DNS
- ☐ HTTP (Usado atualmente até como protocolo para programação via web!)
- ☐ XMPP
- ☐ MQTT
- ☐ BitTorrent

Qual o papel do cientista da computação?

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

- ☐ Ser capaz de entender os protocolos e implementá-los (Sockets)
- ☐ Ser capaz de, dados os requisitos das aplicações, escolher o melhor serviço da camada inferior (TCP ou UDP) e a melhor arquitetura (cliente/servidor X P2P)
- ☐ Ser capaz de, dadas as restrições dos dispositivos, ter um código otimizado
- ☐ Ser capaz de propor um novo protocolo

Exemplo

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

```
/* RFC 867 */
listenfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);

bzero(&servaddr, sizeof(servaddr));
servaddr.sin_family = AF_INET;
servaddr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
servaddr.sin_port = htons(13);

bind(listenfd, (struct sockaddr *) &servaddr, sizeof(servaddr));
listen(listenfd, LISTENQ);

for ( ; ; ) {
    connfd = accept(listenfd, (struct sockaddr *) NULL, NULL);
    ticks = time(NULL);
    snprintf(buff, sizeof(buff), "%.24s\r\n", ctime(&ticks));
    write(connfd, buff, strlen(buff));
    close(connfd);
}
```

Como o BCC vai te ajudar?

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ Te ensinando a ser um bom programador: **MAC0110**, **MAC0121**, **MAC0216**, **MAC0323** e MAC0218
- ☐ Te ensinando a fazer códigos eficientes (lembre que os recursos são heterogêneos): **MAC0338**
- ☐ Te ensinando a pensar de forma concorrente, paralela e distribuída: **MAC0422** e MAC0219

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

▶ Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

Camada de transporte

Objetivo

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

- ☐ Permitir a “conexão” ou comunicação lógica entre os dois processos remotos (**Envio de segmentos**)
- ☐ Nesta camada estão os protocolos responsáveis por evitar por exemplo que uma aplicação inunde toda a rede
- ☐ A partir desta camada, o sistema operacional tem papel fundamental (sai do nível de usuário e vai para o nível de kernel)

Exemplos de protocolos da camada de transporte

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ TCP: evita que a rede seja inundada e que o computador na outra ponta da “conexão” seja inundado, além de empregar diversos mecanismos para ter certeza que o segmento chegou no destino
- ☐ UDP: “joga” os segmentos na rede sem se preocupar com nada

Qual o papel do cientista da computação?

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

- ☐ Ter conhecimento das duas opções de protocolo pois isso influencia na aplicação (ex.: **Transmissão de vídeo é melhor feita via UDP ou via TCP?**)
- ☐ Entender os parâmetros dos protocolos para otimizá-los em cenários extremos como aqueles com um atraso de comunicação muito elevado ou ainda com taxa de erros muito elevada
- ☐ Ter noção do impacto que o protocolo, se mantiver estado, pode ter no hardware
- ☐ Projetar novos protocolos (Improvável mas não impossível)

Exemplo

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

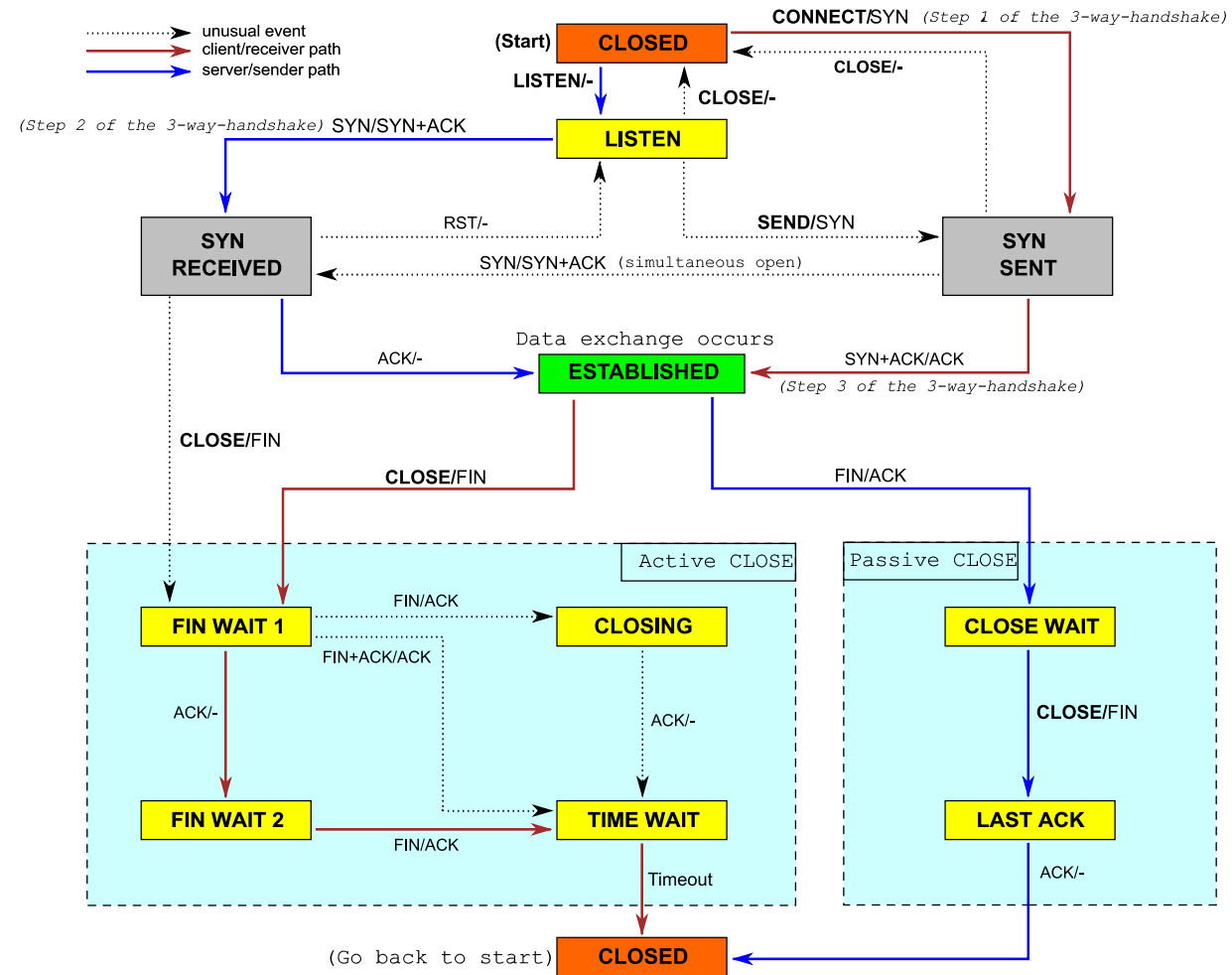
Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?



https://en.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol

Como o BCC vai te ajudar?

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ Te ensinando a arquitetura de sistemas operacionais e o básico de hardware necessário: **MAC0422**, MAC0344
- ☐ Te ensinando autômatos: MAC0414

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

▷ Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

Camada de rede

Objetivo

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

- ☐ Permitir a comunicação passo-a-passo (de fato é *hop a hop*) entre dois computadores (**Envio de datagramas**)
- ☐ Nesta camada estão os protocolos responsáveis por encontrar o caminho entre dois pontos na rede (protocolos de roteamento)
- ☐ A partir desta camada, os protocolos estão implementados tanto nos computadores finais quanto nos elementos de interconexão (dispositivos dedicados a comutar pacotes)
- ☐ Projetos de hardware ou software mal feitos podem levar a congestionamento severo na rede!

Exemplos de protocolos da camada de rede

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ IPv4
- ☐ IPv6

Qual o papel do cientista da computação?

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ Entender que a rede agora pode ser modelada como um grafo e que os protocolos de roteamento estão buscando os melhores caminhos entre dois vértices desse grafo **(mas os algoritmos são executados de forma distribuída na maioria das vezes!!!)**
- ☐ Entender que a rede agora pode ser modelada como uma rede de filas e que os processos de chegada, bem como a taxa de atendimento dessas filas devem ser conhecidas para estimativas adequadas de recursos como *buffers* ou capacidade de processamento
- ☐ Ser capaz de modelar e simular cenários extremos para uma topologia de rede

Exemplo (1)

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

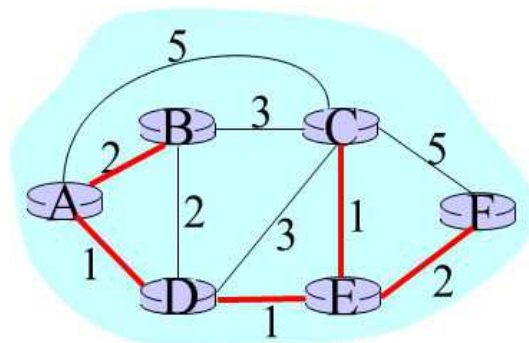
Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

Dijkstra's algorithm: example

Step	start N'	D(B),p(B)	D(C),p(C)	D(D),p(D)	D(E),p(E)	D(F),p(F)
→ 0	A	2,A	5,A	1,A	infinity	infinity
→ 1	AD	2,A	4,D		2,D	infinity
→ 2	ADE	2,A	3,E			4,E
→ 3	ADEB		3,E			4,E
→ 4	ADEBC					4,E
5	ADEBCF					



5/9/05

4

CS118/Spring05

http://images.slideplayer.com/16/5129818/slides/slide_4.jpg

Exemplo (2)

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

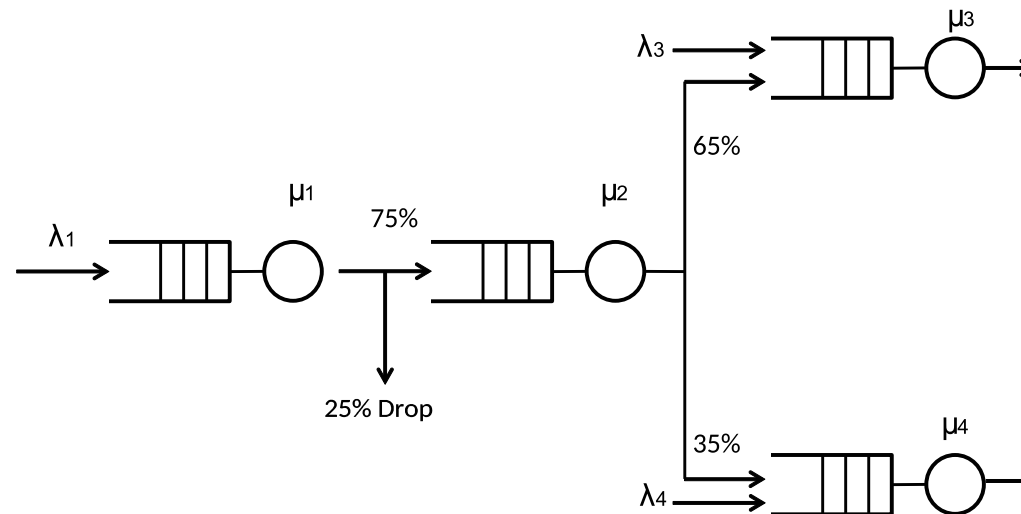
Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?



<https://www.grotto-networking.com/files/DESPython/HW6P1.svg>

Como o BCC vai te ajudar?

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

- ☐ Te ensinando algoritmos para resolver problemas clássicos em grafos: **MAC0328**
- ☐ Te ensinando princípios de modelagem e simulação de sistemas: **MAC0209**
- ☐ Te ensinando o ferramental estatístico básico para realizar simulações de redes de filas: **MAE0119** e **MAE0228**

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

▷ Camada de
enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

Camada de enlace

Objetivo

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ Permitir a comunicação em um segmento da rede
(Transmissão de quadros)
- ☐ Nesta camada acontece a comunicação apenas entre dois pontos da rede
- ☐ Correção de erros tem um papel importantíssimo nesta camada (muito próxima à camada física. Quanto antes detectar erros, melhor)

Exemplos de protocolos da camada de enlace

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

- ☐ Ethernet (Fast, Giga, 10G)
- ☐ IEEE 802.11 (WiFi)
- ☐ PPP

Qual o papel do cientista da computação?

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?

- ☐ Entender os algoritmos de detecção e correção de erros e as limitações dados os cenários
- ☐ Ser capaz de bolar algoritmos para detecção inteligente de colisões e reenvio de quadros

Exemplo

Contexto

Dos sinais de fumaça à Internet

Camada de aplicação

Camada de transporte

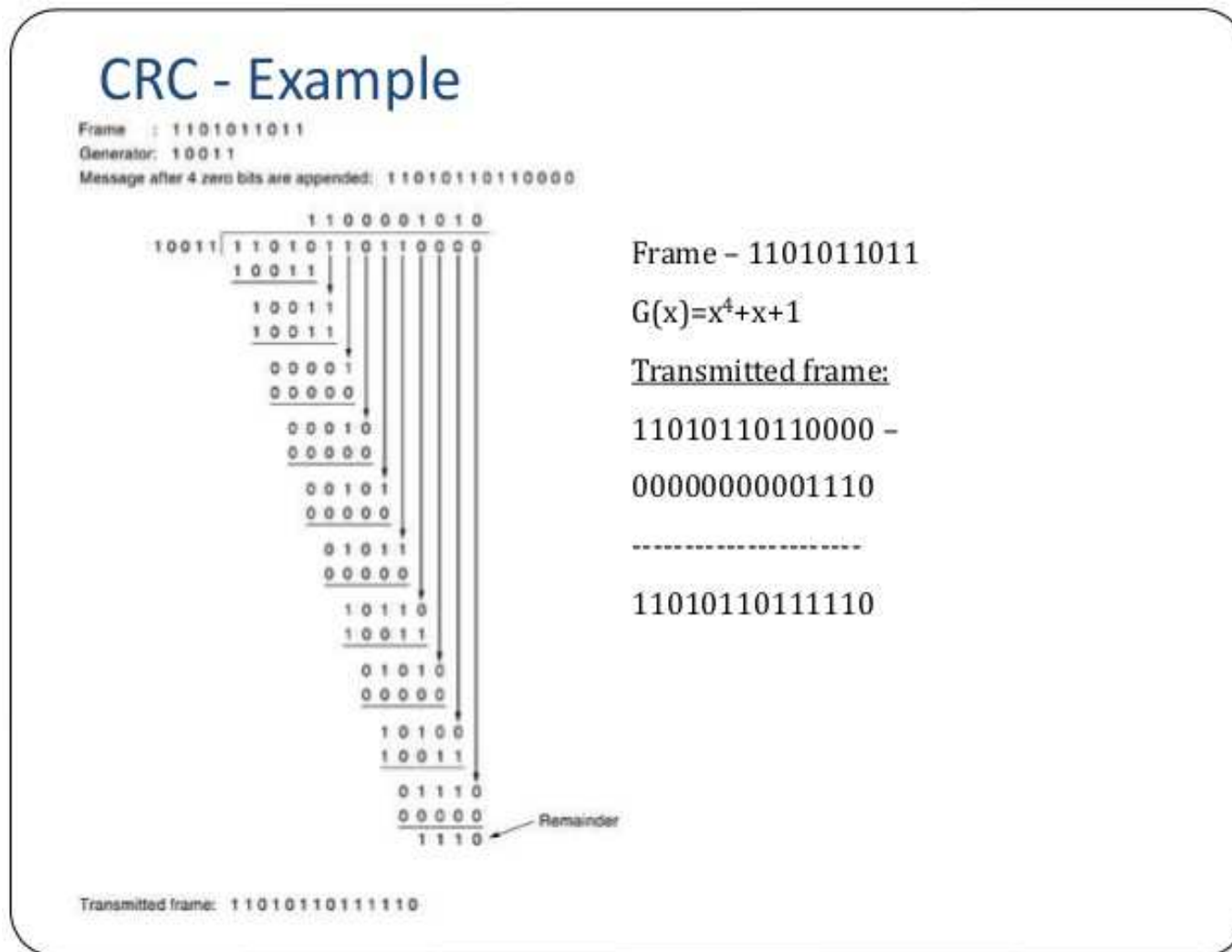
Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos multicamadas

Perspectivas para o futuro

Perguntas?



<http://image.slidesharecdn.com/computernetworks-140507044335-phpapp01/95/>

Como o BCC vai te ajudar?

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ Te ensinando a teoria por trás de mecanismos de correção de erros: MAT0264
- ☐ Te ensinando o básico de teoria dos jogos para entender decisões de projeto relacionadas com vários computadores disputando um meio compartilhado: MAC0466

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

▷ Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

Tópicos multicamadas

Disciplinas

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ Criptografia para Segurança de Dados: MAC0336
- ☐ Um apanhado geral de redes: MAC0352
- ☐ Diversas disciplinas que utilizam a infraestrutura de redes: MAC0463, MAC0469 e MAC0471
- ☐ Técnicas de otimização que podem ser úteis para resolver problemas complexos: MAC0325

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

▷ Perspectivas para
o futuro

Perguntas?

Perspectivas para o futuro

Novos tópicos sendo consolidados

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

Perguntas?

- ☐ Redes virtuais (*Software Defined Networking* – SDN e *Network Functions Virtualization* – NFV)
- ☐ Internet das Coisas
- ☐ Redes 5G
- ☐ *Network Intelligence* principalmente para segurança de redes

- ☐ **Projeto InterSCity** – <https://interscity.org/>

Contexto

Dos sinais de
fumaça à Internet

Camada de
aplicação

Camada de
transporte

Camada de rede

Camada de enlace

Tópicos
multicamadas

Perspectivas para o
futuro

▷ Perguntas?

Perguntas?